

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 2 7 日
Date of Application:

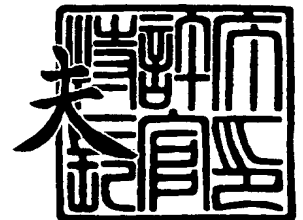
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 1 7 1 6 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 1 7 1 6 0]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 1 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 J0095335

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B41J 2/045

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 角 浩二

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101236

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 浩之

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 042309

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0216673

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 液体噴射ヘッドの駆動方法及び液体噴射装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを具備する液体噴射ヘッドの駆動方法において、

前記圧電体層がリラクサ強誘電体からなり、当該圧電素子の容量－電位曲線で、当該圧電素子の容量が最大となる電位 V_1 と、この電位 V_1 の絶対値より大きな絶対値となり且つ前記容量－電位曲線の変曲点となる電位 V_2 との間の電圧を駆動開始電位 V_0 とすると共に、該駆動開始電位 V_0 から前記圧電体層に電界強度が $100 \sim 500 \text{ kV/cm}$ の駆動電界を発生させる電位 V_3 まで変化させることで前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口から液滴を吐出させる吐出工程を有する駆動波形を用いて前記圧電素子を駆動することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記駆動波形は前記吐出工程の前に、前記駆動開始電位 V_0 と同極性で且つ当該駆動開始電位 V_0 の絶対値よりも大きな絶対値となる中間電位から当該駆動開始電位 V_0 まで変化させて前記圧力発生室を膨張させる第 1 の膨張工程を有することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 において、前記駆動波形は前記吐出工程の後に、前記電位 V_3 から当該電位 V_3 と同極性で且つ前記電位 V_3 の絶対値よりも小さな絶対値となる中間電位まで変化させて前記圧力発生室を膨張させる第 2 の膨張工程を有することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 の何れかにおいて、前記駆動波形は前記吐出工程の後に、所定の中間電位から前記駆動開始電位 V_0 と同極性で且つ当該駆動開始電位 V_0 の絶対値よりも小さな絶対値となる電位 V_4 まで変化させると共に、前記電位 V_4 から前記中間電位まで戻す緩和工程をさらに有することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法。

【請求項 5】 請求項 1 ～ 4 の何れかにおいて、前記駆動波形は前記吐出工

程の後に、所定の間電位から $-V_3$ となる電位 V_5 まで変化させると共に、前記電位 V_5 から前記中間電位まで戻す初期化工程をさらに有することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法。

【請求項6】 請求項1～5の何れかにおいて、前記圧電体層の膜厚が、 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$ であることを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法。

【請求項7】 請求項1～6の何れかにおいて、前記流路形成基板がシリコン単結晶基板からなると共に、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法。

【請求項8】 ノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを具備する液体噴射ヘッドが搭載された液体噴射装置において、

前記圧電体層がリラクサ強誘電体からなり、当該圧電素子の容量－電位曲線で、当該圧電素子の容量が最大となる電位 V_1 と、この電位 V_1 の絶対値より大きな絶対値となり且つ前記容量－電位曲線の変曲点となる電位 V_2 との間の電圧 V_0 を駆動開始電位 V_0 とすると共に、該駆動開始電位 V_0 から前記圧電体層に電界強度が $100 \sim 500 \text{ kV/cm}$ の駆動電界を発生させる電位 V_3 まで変化させることで前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口から液滴を吐出させる吐出工程を有する駆動波形を前記圧電素子に出力する駆動手段を具備することを特徴とする液体噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、液体を噴射するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板の表面に圧電素子を形成して、圧電素子の変位により液体を噴射させる液体噴射ヘッドの駆動方法及び液体噴射装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

液体噴射装置としては、例えば、圧電素子や発熱素子によりインク滴吐出のた

めの圧力を発生させる複数の圧力発生室と、各圧力発生室にインクを供給する共通のリザーバと、各圧力発生室に連通するノズル開口とを備えたインクジェット式記録ヘッドを具備するインクジェット式記録装置があり、このインクジェット式記録装置では、印字信号に対応するノズル開口と連通した圧力発生室のインクに吐出エネルギーを印加してノズル開口からインク滴を吐出させる。

【0003】

インク滴を吐出するノズル開口と連通する圧力発生室の一部を振動板で構成し、この振動板を圧電素子により変形させて圧力発生室のインクを加圧してノズル開口からインク滴を吐出させるインクジェット式記録ヘッドには、圧電素子の軸方向に伸長、収縮する縦振動モードの圧電アクチュエータを使用したものと、たわみ振動モードの圧電アクチュエータを使用したものの2種類が実用化されている。

【0004】

前者は圧電素子の端面を振動板に当接させることにより圧力発生室の容積を変化させることができ、高密度印刷に適したヘッドの製作が可能である反面、圧電素子をノズル開口の配列ピッチに一致させて櫛歯状に切り分けるという困難な工程や、切り分けられた圧電素子を圧力発生室に位置決めして固定する作業が必要となり、製造工程が複雑であるという問題がある。

【0005】

これに対して後者は、圧電材料のグリーンシートを圧力発生室の形状に合わせて貼付し、これを焼成するという比較的簡単な工程で振動板に圧電素子を作り付けることができるものの、たわみ振動を利用する関係上、ある程度の面積が必要となり、高密度配列が困難であるという問題がある。

【0006】

一方、後者の記録ヘッドの不都合を解消すべく、振動板の表面全体に互って成膜技術により均一な圧電材料層を形成し、この圧電材料層をリソグラフィ法により圧力発生室に対応する形状に切り分けて各圧力発生室毎に独立するように圧電素子を形成することで高密度配列を実現したものがある。

【0007】

また、このようなインクジェット式記録ヘッドの圧電素子を駆動する駆動信号としては、矩形波からなる駆動波形を用いていた。この矩形波からなる駆動波形は、待機状態の中間駆動電圧から放電を行い圧力室を膨張させて圧力室にインクを吸入する工程と、最低駆動電圧を維持する工程と、充電を行い圧力発生室の収縮を行いインクを射出する工程と、充電最終電圧を維持する工程と、放電を行い中間駆動電圧に復帰する工程とを有し、この駆動波形によりインク滴を射出していた（例えば、特許文献 1 参照）。

【0008】

【特許文献 1】

特開平 10-250061 号公報（第 3～4 頁、第 3 図）

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の矩形波からなる駆動波形を用いて、多ノズル化したインクジェット式記録ヘッドの圧電素子を駆動すると、電流（回路を移動する電荷）が大きくなってしまい、大きな電流によって駆動 IC 及び駆動配線が破壊されてしまい、高密度化及び多ノズル化が困難であるという問題がある。

【0010】

なお、このような問題は、インクを吐出するインクジェット式記録ヘッドだけではなく、勿論、インク以外を吐出する他の液体噴射ヘッドにおいても、同様に存在する。

【0011】

本発明は、このような事情に鑑み、高密度化及び多ノズル化を行うことができると共に、低電圧で消費電流を低減した液体噴射ヘッドの駆動方法及び液体噴射装置を提供することを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決する本発明の第 1 の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを具備する液体噴射ヘッ

ドの駆動方法において、前記圧電体層がリラクサ強誘電体からなり、当該圧電素子の容量－電位曲線で、当該圧電素子の容量が最大となる電位 V_1 と、この電位 V_1 の絶対値より大きな絶対値となり且つ前記容量－電位曲線の変曲点となる電位 V_2 との間の電圧を駆動開始電位 V_0 とすると共に、該駆動開始電位 V_0 から前記圧電体層に電界強度が $100 \sim 500 \text{ kV/cm}$ の駆動電界を発生させる電位 V_3 まで変化させることで前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口から液滴を吐出させる吐出工程を有する駆動波形を用いて前記圧電素子を駆動することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法にある。

【0013】

かかる第1の態様では、所定の範囲の駆動電圧を用いてリラクサ強誘電体からなる圧電体層を有する圧電素子を駆動することで、低電圧及び低電流で圧電素子に所望の歪み変形を行わせることができると共に駆動 IC 及び配線基板が破壊されることなく高密度化及び多ノズル化することができる。

【0014】

本発明の第2の態様は、第1の態様において、前記駆動波形は前記吐出工程の前に、前記駆動開始電位 V_0 と同極性で且つ当該駆動開始電位 V_0 の絶対値よりも大きな絶対値となる中間電位から当該駆動開始電位 V_0 まで変化させて前記圧力発生室を膨張させる第1の膨張工程を有することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法にある。

【0015】

かかる第2の態様では、圧力発生室内を膨張させた後に収縮させて液滴を吐出させることで、圧力発生室内に確実に液体を充填すると共に、安定した吐出を行うことができる。

【0016】

本発明の第3の態様は、第1又は2の態様において、前記駆動波形は前記吐出工程の後に、前記電位 V_3 から当該電位 V_3 と同極性で且つ前記電位 V_3 の絶対値よりも小さな絶対値となる中間電位まで変化させて前記圧力発生室を膨張させる第2の膨張工程を有することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法にある。

【0017】

かかる第3の態様では、第2の膨張工程により、圧電素子の変位を元に戻すことができる。

【0018】

本発明の第4の態様は、第1～3の何れかの態様において、前記駆動波形は前記吐出工程の後に、所定の間電位から前記駆動開始電位 V_0 と同極性で且つ当該駆動開始電位 V_0 の絶対値よりも小さな絶対値となる電位 V_4 まで変化させると共に、前記電位 V_4 から前記中間電位まで戻す緩和工程をさらに有することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法にある。

【0019】

かかる第4の態様では、緩和工程によって圧電素子の歪みが緩和されるため、その後の吐出工程で圧電素子に所定量の変位を確実に行わせることができ、吐出される液滴の大きさが安定する。

【0020】

本発明の第5の態様は、第1～4の何れかの態様において、前記駆動波形は前記吐出工程の後に、所定の間電位から $-V_3$ となる電位 V_5 まで変化させると共に、前記電位 V_5 から前記中間電位まで戻す初期化工程をさらに有することを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法にある。

【0021】

かかる第5の態様では、初期化工程によって圧電素子の歪みが緩和されるため、その後の吐出工程で圧電素子に所定量の変位を確実に行わせることができ、吐出される液滴の大きさが安定する。

【0022】

本発明の第6の態様は、第1～5の何れかの態様において、前記圧電体層の膜厚が、 $0.5 \sim 1.0 \mu\text{m}$ であることを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法にある。

【0023】

かかる第6の態様では、所定の膜厚の圧電体層を用いることで、所望の電界強度を低電圧で得ることができ、所定量の変位を確実に行わせることができる。また、圧電素子を高密度に配設でき、高品質印刷を実現できると共に高周波数駆動

が可能となり高速印刷を実現できる。

【0024】

本発明の第7の態様は、第1～6の何れかの態様において、前記流路形成基板がシリコン単結晶基板からなると共に、前記圧電素子の各層が成膜及びリソグラフィ法により形成されていることを特徴とする液体噴射ヘッドの駆動方法にある。

【0025】

かかる第7の態様では、流路形成基板に圧力発生室を容易に且つ高精度に形成することができると共に、圧電素子を高密度に配設でき、高品質印刷を実現できる。

【0026】

本発明の第8の態様は、ノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを具備する液体噴射ヘッドが搭載された液体噴射装置において、前記圧電体層がリラクサ強誘電体からなり、当該圧電素子の容量－電位曲線で、当該圧電素子の容量が最大となる電位 V_1 と、この電位 V_1 の絶対値より大きな絶対値となり且つ前記容量－電位曲線の変曲点となる電位 V_2 との間の電圧 V_0 を駆動開始電位 V_0 とすると共に、該駆動開始電位 V_0 から前記圧電体層に電界強度が $100 \sim 500 \text{ kV/cm}$ の駆動電界を発生させる電位 V_3 まで変化させることで前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口から液滴を吐出させる吐出工程を有する駆動波形を前記圧電素子に出力する駆動手段を具備することを特徴とする液体噴射装置にある。

【0027】

かかる第8の態様では、所定の範囲の駆動電圧を用いてリラクサ強誘電体からなる圧電体層を有する圧電素子を駆動することで、低電圧及び低電流で圧電素子に所望の歪み変形を行わせることができると共に駆動IC及び配線基板が破壊されることなく高密度化及び多ノズル化して高品質印刷を実現できる。

【0028】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明を実施形態に基づいて詳細に説明する。

(実施形態 1)

図 1 は、実施形態 1 に係る液体噴射装置の一例を示す概略図である。図 1 に示すように、液体噴射ヘッドを有する噴射ヘッドユニット 1 A 及び 1 B は、液体供給手段を構成するカートリッジ 2 A 及び 2 B が着脱可能に設けられ、この噴射ヘッドユニット 1 A 及び 1 B を搭載したキャリッジ 3 は、装置本体 4 に取り付けられたキャリッジ軸 5 に軸方向移動自在に設けられている。この噴射ヘッドユニット 1 A 及び 1 B は、液体として、例えば、それぞれブラックインク組成物及びカラーインク組成物を吐出するものとしている。

【0029】

そして、駆動モータ 6 の駆動力が図示しない複数の歯車およびタイミングベルト 7 を介してキャリッジ 3 に伝達されることで、噴射ヘッドユニット 1 A 及び 1 B を搭載したキャリッジ 3 はキャリッジ軸 5 に沿って移動される。一方、装置本体 4 にはキャリッジ軸 5 に沿ってプラテン 8 が設けられており、図示しない給紙ローラなどにより給紙された紙等の記録媒体である記録シート S がプラテン 8 上に搬送されるようになっている。そして、このような液体噴射装置では、キャリッジ 3 がキャリッジ軸 5 に沿って移動されると共に液体噴射ヘッドによって液体が吐出されて記録シート S に印刷される。

【0030】

図 2 は、本発明の実施形態 1 に係る液体噴射ヘッドの概略を示す分解斜視図であり、図 3 は、図 2 の平面図及び断面図である。ここで、図 2 及び図 3 を参照して上述のような液体噴射装置に搭載される液体噴射ヘッドについて説明する。図 2 及び図 3 に示すように、流路形成基板 10 は、本実施形態では面方位 (110) のシリコン単結晶基板からなり、その一方面には予め熱酸化により形成した酸化シリコン (SiO_2) からなる、厚さ 1~2 μm の弾性膜 50 が形成されている。

【0031】

この流路形成基板 10 には、シリコン単結晶基板をその一方面側から異方性エッチングすることにより、複数の隔壁 11 によって区画された圧力発生室 12 が

幅方向に並設されている。また、その長手方向外側には、後述する封止基板 30 のリザーバ部 32 と連通される連通部 13 が形成されている。また、この連通部 13 は、各圧力発生室 12 の長手方向一端部でそれぞれ液体供給路 14 を介して連通されている。

【0032】

ここで、異方性エッチングは、シリコン単結晶基板のエッチングレートの違いを利用して行われる。例えば、本実施形態では、シリコン単結晶基板を KOH 等のアルカリ溶液に浸漬すると、徐々に侵食されて (110) 面に垂直な第 1 の (111) 面と、この第 1 の (111) 面と約 70 度の角度をなし且つ上記 (110) 面と約 35 度の角度をなす第 2 の (111) 面とが出現し、(110) 面のエッチングレートと比較して (111) 面のエッチングレートが約 1/180 であるという性質を利用して行われる。かかる異方性エッチングにより、二つの第 1 の (111) 面と斜めの二つの第 2 の (111) 面とで形成される平行四辺形状の深さ加工を基本として精密加工を行うことができ、圧力発生室 12 を高密度に配列することができる。

【0033】

本実施形態では、各圧力発生室 12 の長辺を第 1 の (111) 面で、短辺を第 2 の (111) 面で形成している。この圧力発生室 12 は、流路形成基板 10 をほぼ貫通して弾性膜 50 に達するまでエッチングすることにより形成されている。ここで、弾性膜 50 は、シリコン単結晶基板をエッチングするアルカリ溶液に侵される量がきわめて小さい。また各圧力発生室 12 の一端に連通する各液体供給路 14 は、圧力発生室 12 より浅く形成されており、圧力発生室 12 に流入する液体の流路抵抗を一定に保持している。すなわち、液体供給路 14 は、シリコン単結晶基板を厚さ方向に途中までエッチング（ハーフエッチング）することにより形成されている。なお、ハーフエッチングは、エッチング時間の調整により行われる。

【0034】

このような圧力発生室 12 等が形成される流路形成基板 10 の厚さは、圧力発生室 12 を配設する密度に合わせて最適な厚さを選択することが好ましい。例え

ば、1インチ当たり180個(180dpi)程度に圧力発生室12を配置する場合には、流路形成基板10の厚さは、180~280 μ m程度、より望ましくは、220 μ m程度とするのが好適である。また、例えば、360dpi程度と比較的高密度に圧力発生室12を配置する場合には、流路形成基板10の厚さは、100 μ m以下とするのが好ましい。これは、隣接する圧力発生室12間の隔壁11の剛性を保ちつつ、配列密度を高くできるからである。なお、流路形成基板10の開口面側には、各圧力発生室12の液体供給路14とは反対側で連通するノズル開口21が穿設されたノズルプレート20が接着剤や熱溶着フィルム等を介して固着されている。

【0035】

一方、流路形成基板10の開口面とは反対側の弾性膜50の上には、厚さが例えば、約0.2 μ mの下電極膜60と、厚さが例えば、約0.5~1.0 μ mの圧電体層70と、厚さが例えば、約0.1 μ mの上電極膜80とが積層形成されて、圧電素子300を構成している。ここで、圧電素子300は、下電極膜60、圧電体層70、及び上電極膜80を含む部分をいう。一般的には、圧電素子300の何れか一方の電極を共通電極とし、他方の電極及び圧電体層70を各圧力発生室12毎にパターンニングして構成する。そして、ここではパターンニングされた何れか一方の電極及び圧電体層70から構成され、両電極への電圧の印加により圧電歪みが生じる部分を圧電体能動部という。本実施形態では、下電極膜60は圧電素子300の共通電極とし、上電極膜80を圧電素子300の個別電極としているが、駆動回路や配線の都合でこれを逆にしても支障はない。何れの場合においても、各圧力発生室12毎に圧電体能動部が形成されていることになる。また、ここでは、圧電素子300と当該圧電素子300の駆動により変位が生じる振動板とを合わせて圧電アクチュエータと称する。なお、上述した例では、弾性膜50及び下電極膜60が振動板として作用する。

【0036】

ここで、このような圧電素子300を構成する各層について説明する。下電極膜60は、例えば、本実施形態では、スパッタリング法で弾性膜50の全面に形成後、下電極膜60をパターンニングして全体パターンを形成する。下電極膜60

の材料としては、白金 (Pt) やイリジウム (Ir) が好適である。また、このような下電極膜 60 上の圧電体層 70 は、リラクサ強誘電体で形成されている。ここで、リラクサ強誘電体とは、室温付近にキュリー温度があり、誘電率が PZT などの圧電体に比べて大きく (例えば、比誘電率が 5000 以上など)、電界誘起歪みが PZT などの圧電体に比べて大きいものである。例えば、PZT などの圧電体は、電界誘起歪みが 0.3% 程度なのに対し、リラクサ強誘電体は、電界誘起歪みが 1.2% 程度となる。このようなリラクサ強誘電体は、電界誘起歪みが 1.2% 程度と大きい一方、誘電率が非常に大きいので、駆動電荷量が大きくなってしまいが、後述するように所定の駆動波形を用いることにより、駆動電荷量を著しく大きくすることなく大きな変形を得ることができる。

【0037】

このような、リラクサ強誘電体としては、例えば、チタン酸鉛を含有するリラクサ強誘電体、例えば、PMN-PT ($\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$)、PZN-PT ($\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$)、PNN-PT ($\text{Pb}(\text{Ni}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$)、PIN-PT ($\text{Pb}(\text{In}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$)、PST-PT ($\text{Pb}(\text{Sc}_{1/3}\text{Ta}_{1/2})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$)、PSN-PT ($\text{Pb}(\text{Sc}_{1/3}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$)、BS-PT ($\text{BiScO}_3\text{-PT}$)、BiYbO₃-PT 等を挙げることができる。

【0038】

また、リラクサ強誘電体からなる圧電体層 70 は、CSD (Chemical Solution Deposition) 法、スパッタ法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法などにより形成することができる。CSD 法としては、例えば、ゾルーゲル法、MOD (Metal-Organic Decomposition) 法を挙げることができる。さらに、圧電体層 70 上の上電極膜 80 を形成する材料としては、導電性の高い材料であればよく、例えば、アルミニウム、金、ニッケル、白金、イリジウム等の多くの金属や、導電性酸化物等を使用できる。本実施形態では、イリジウムをスパッタリングにより成膜している。また、このような構成の各圧電素子 300 の上電極膜 80 には、例えば、金 (Au) 等からなるリード電極 90 がそれぞれ接続されている。

。このリード電極 90 は、各圧電素子 300 の長手方向端部近傍から引き出され、液体供給路 14 に対応する領域の弾性膜 50 上までそれぞれ延設されている。

【0039】

流路形成基板 10 の圧電素子 300 側には、圧電素子 300 の運動を阻害しない程度の空間を確保した状態で、その空間を密封可能な圧電素子保持部 31 を有する封止基板 30 が接合され、圧電素子 300 はこの圧電素子保持部 31 内に密封されている。このような封止基板 30 には、各圧力発生室 12 の共通の液体室となるリザーバ 100 の少なくとも一部を構成するリザーバ部 32 が設けられ、このリザーバ部 32 は、上述のように流路形成基板 10 の連通部 13 と連通されて各圧力発生室 12 の共通の液体室となるリザーバ 100 を構成している。

【0040】

また、封止基板 30 の圧電素子保持部 31 とリザーバ部 32 との間、すなわち液体供給路 14 に対応する領域には、この封止基板 30 を厚さ方向に貫通する接続孔 33 が設けられている。さらに、封止基板 30 の圧電素子保持部 31 側とは反対側の表面には図示しない外部配線が設けられている。そして、各圧電素子 300 から引き出されたリード電極 90 は、この接続孔 33 まで延設されており、例えば、ワイヤボンディング等により外部配線と接続される。

【0041】

封止基板 30 上には、封止膜 41 及び固定板 42 とからなるコンプライアンス基板 40 が接合されている。ここで、封止膜 41 は、剛性が低く可撓性を有する材料（例えば、厚さが $6\mu\text{m}$ のポリフェニレンサルファイド（PPS）フィルム）からなる。また、固定板 42 は、金属等の硬質の材料（例えば、厚さが $30\mu\text{m}$ のステンレス鋼（SUS）等）で形成される。この固定板 42 のリザーバ 100 に対向する領域には、厚さ方向に完全に除去された開口部 43 が形成され、リザーバ 100 の一方は可撓性を有する封止膜 41 のみで封止されている。

【0042】

図 4 は、液体噴射装置の制御構成を示す図である。ここで、図 4 を参照して、本実施形態の液体噴射装置の制御について説明する。本実施形態の液体噴射装置は、図 4 に示すように、プリンタコントローラ 111 とプリントエンジン 112

とから概略構成されている。プリンタコントローラ 111 は、外部インターフェース 113（以下、外部 I/F 113 という）と、各種データを一時的に記憶する RAM 114 と、制御プログラム等を記憶した ROM 115 と、CPU 等を含んで構成した制御部 116 と、クロック信号を発生する発振回路 117 と、液体噴射ヘッド 118 へ供給するための駆動信号を発生する駆動信号発生回路 119 と、駆動信号や印刷データに基づいて展開されたドットパターンデータ（ビットマップデータ）等をプリントエンジン 112 に送信する内部インターフェース 120（以下、内部 I/F 120 という）とを備えている。

【0043】

外部 I/F 113 は、例えば、キャラクタコード、グラフィック関数、イメージデータ等によって構成される印刷データを、図示しないホストコンピュータ等から受信する。また、この外部 I/F 113 を通じてビジー信号（BUSY）やアクノレッジ信号（ACK）が、ホストコンピュータ等に対して出力される。RAM 114 は、受信バッファ 121、中間バッファ 122、出力バッファ 123、及び、図示しないワークメモリとして機能する。そして、受信バッファ 121 は外部 I/F 113 によって受信された印刷データを一時的に記憶し、中間バッファ 122 は制御部 116 が変換した中間コードデータを記憶し、出力バッファ 123 はドットパターンデータを記憶する。なお、このドットパターンデータは、階調データをデコード（翻訳）することにより得られる印字データによって構成してある。

【0044】

また、ROM 115 には、各種データ処理を行わせるための制御プログラム（制御ルーチン）の他に、フォントデータ、グラフィック関数等を記憶させてある。制御部 116 は、受信バッファ 121 内の印刷データを読み出すと共に、この印刷データを変換して得た中間コードデータを中間バッファ 122 に記憶させる。また、中間バッファ 122 から読み出した中間コードデータを解析し、ROM 115 に記憶させているフォントデータ及びグラフィック関数等を参照して、中間コードデータをドットパターンデータに展開する。そして、制御部 116 は、必要な装飾処理を施した後に、この展開したドットパターンデータを出力バッファ

ァ 1 2 3 に記憶させる。

【0045】

そして、液体噴射ヘッド 1 1 8 の 1 行分に相当するドットパターンデータが得られたならば、この 1 行分のドットパターンデータは、内部 I / F 1 2 0 を通じて液体噴射ヘッド 1 1 8 に出力される。また、出力バッファ 1 2 3 から 1 行分のドットパターンデータが出力されると、展開済みの中間コードデータは中間バッファ 1 2 2 から消去され、次の中間コードデータについての展開処理が行われる。

【0046】

プリントエンジン 1 1 2 は、液体噴射ヘッド 1 1 8 と、紙送り機構 1 2 4 と、キャリッジ機構 1 2 5 とを含んで構成してある。紙送り機構 1 2 4 は、紙送りモータとプラテン 8 等から構成してあり、記録紙等の印刷記憶媒体を液体噴射ヘッド 1 1 8 の記録動作に連動させて順次送り出す。即ち、この紙送り機構 1 2 4 は、印刷記憶媒体を副走査方向に相対移動させる。

【0047】

キャリッジ機構 1 2 5 は、液体噴射ヘッド 1 1 8 を搭載可能なキャリッジ 3 と、このキャリッジ 3 を主走査方向に沿って走行させるキャリッジ駆動部とから構成してあり、キャリッジ 3 を走行させることによりインクジェット式記録ヘッド 1 1 8 を主走査方向に移動させる。なお、キャリッジ駆動部は、上述したように駆動モータ 6 及びタイミングベルト 7 等で構成されている。

【0048】

液体噴射ヘッド 1 1 8 は、副走査方向に沿って多数のノズル開口を有し、ドットパターンデータ等によって規定されるタイミングで各ノズル開口からインク滴を吐出する。そして、このような液体噴射ヘッド 1 1 8 の圧電素子 3 0 0 には、図示しない外部配線を介して電気信号、例えば、後述する駆動信号 (COM) や印字データ (SI) 等が供給される。なお、このように構成されるプリンタコントローラ 1 1 1 及びプリントエンジン 1 1 2 では、駆動信号発生回路 1 1 9 から出力された所定の駆動波形を有する駆動信号を選択的に圧電素子 3 0 0 に入力するラッチ 1 3 2、レベルシフタ 1 3 3 及びスイッチ 1 3 4 等が駆動手段となる。

このように構成された液体噴射ヘッド 118 では、圧電素子 300 に電圧が印加されると、圧電素子 300 が撓むことによって振動板が変位し、圧力発生室 12 が収縮することによってノズル開口 21 から液滴が吐出される。

【0049】

図 5 は、液体噴射ヘッドの電氣的構成を示す概略図であり、図 6 は、圧電素子に駆動パルスを印加する手順を示す図である。ここで、液体噴射ヘッド 118 の電氣的構成について説明する。液体噴射ヘッド 118 は、図 5 に示すように、シフトレジスタ 131、ラッチ 132、レベルシフタ 133、スイッチ 134 及び圧電素子 300 等を備えている。さらに、図 6 に示すように、これらのシフトレジスタ 131、ラッチ 132、レベルシフタ 133、スイッチ 134 及び圧電素子 300 は、それぞれ、液体噴射ヘッド 118 の各ノズル開口 21 毎に設けたシフトレジスタ素子 131A～131N、ラッチ素子 132A～132N、レベルシフタ素子 133A～133N、スイッチ素子 134A～134N、圧電素子 300A～300N から構成してあり、シフトレジスタ 131、ラッチ 132、レベルシフタ 133、スイッチ 134、圧電素子 300 の順で電氣的に接続してある。なお、これらのシフトレジスタ 131、ラッチ 132、レベルシフタ 133 及びスイッチ 134 は、駆動信号発生回路 119 が発生した吐出駆動信号や緩和駆動信号から駆動パルスを生成する。ここで、駆動パルスとは実際に圧電素子 300 に印加される印加パルスのことである。

【0050】

次に、このような電氣的構成を有する液体噴射ヘッド 118 の制御について説明する。まず、圧電素子 300 に駆動パルスを印加する手順について説明する。上述したような電氣的構成を有する液体噴射ヘッド 118 では、図 6 に示すように、最初に発振回路 117 からのクロック信号 (CK) に同期して、ドットパターンデータを構成する印字データ (SI) が出力バッファ 123 からシフトレジスタ 131 へシリアル伝送され、順次セットされる。この場合、まず、全ノズル開口 21 の印字データにおける最上位ビットのデータがシリアル伝送され、この最上位ビットのデータシリアル伝送が終了したならば、上位から 2 番目のビットのデータがシリアル伝送される。以下同様に、下位ビットのデータが順次シリア

ル伝送される。

【0051】

そして、当該ビットの印字データが全ノズル分シフトレジスタ素子131A～131Nにセットされたならば、制御部116は、所定のタイミングでラッチ132へラッチ信号(LAT)を出力させる。このラッチ信号により、ラッチ132は、シフトレジスタ131にセットされた印字データをラッチする。このラッチ132がラッチした印字データ(LATout)は、電圧増幅器であるレベルシフタ133に印加される。このレベルシフタ133は、印字データが例えば「1」の場合に、スイッチ134が駆動可能な電圧値、例えば、数十ボルトまでこの印字データを昇圧する。そして、この昇圧された印字データはスイッチ素子134A～134Nに印加され、スイッチ素子134A～134Nは、当該印字データにより接続状態になる。

【0052】

そして、各スイッチ素子134A～134Nには、駆動信号発生回路119が発生した駆動信号(COM)も印加されており、スイッチ素子134A～134Nが接続状態になると、このスイッチ素子134A～134Nに接続された圧電素子300A～300Nに駆動信号が印加される。このように、例示した液体噴射ヘッド118では、印字データによって圧電素子300に吐出駆動信号を印加するか否かを制御することができる。例えば、印字データが「1」の期間においてはラッチ信号(LAT)によりスイッチ134が接続状態となるので、駆動信号(COMout)を圧電素子300に供給することができ、この供給された駆動信号(COMout)により圧電素子300が変位(変形)する。また、印字データが「0」の期間においてはスイッチ134が非接続状態となるので、圧電素子300への駆動信号の供給は遮断される。なお、この印字データが「0」の期間において、各圧電素子300は直前の電位を保持するので、直前の変位状態が維持される。

【0053】

図7(a)は、圧電素子の容量－電位曲線を示す図であり、図7(b)は、圧電素子の変位－電位曲線を示す図であり、図7(c)は、駆動信号を表す駆動波

形を示す図である。ここで図 7 を参照して本実施形態の駆動信号を表す駆動波形について説明する。圧電素子 300 を構成する圧電体層 70 は、上述のようにリラクサ強誘電体からなり、この圧電体層 70 で構成された圧電素子 300 の容量－電位特性（C－V 特性）を示す C－V 曲線では、図 7（a）に示すように、圧電素子は、電位 V_1 （ $-V_1$ ）で容量が最大となると共に電位 V_2 （ $-V_2$ ）で C－V 曲線の変曲点となる。

【0054】

また、図 7（a）に示す C－V 曲線で表される C－V 特性を有する圧電体層 70 で構成された圧電素子 300 の電位と変位との関係としては、図 7（b）に示すような変位－電位曲線を示す。この変位－電位曲線では、容量が最大となる電位 V_1 から変曲点となる電位 V_2 までの間（電位 $-V_1$ から電位 $-V_2$ までの間）の駆動電圧を用いた圧電素子 300 の駆動では、圧電素子 300 の大きな変位を得ることができる。また、電位 V_1 から電位 V_2 までの間の電位を用いた駆動電圧に比べ、電位 $-V_1$ から電位 V_1 までの間の駆動電圧で圧電素子 300 を駆動しても圧電素子 300 の小さな変位しか得られず、さらに、電位 V_2 よりも大きな電位（または電位 $-V_2$ よりも小さな電位）の範囲を用いた駆動電圧で圧電素子 300 を駆動しても、圧電素子 300 に大きな変位を得られない。このことから、電位 V_1 から電位 V_2 までの間の電位を用いた駆動電圧により圧電素子 300 を駆動して変位させることで、小さな駆動電圧で効率よく所望の変位を得ることができる。なお、以下、本実施形態では、電位 V_1 及び電位 V_2 が正極性の C－V 曲線を用いて説明する。

【0055】

また、圧電素子 300 に入力される本実施形態の駆動信号（COM）を表す駆動波形は、図 7（c）に示すように、液滴を吐出する吐出工程 140 と、圧電素子 300 の歪み履歴（ヒステリシス）を緩和する緩和工程 150 と、圧電素子 300 の歪み履歴を初期化する初期化工程 160 とで構成された矩形波であり、印字データに応じて駆動波形の吐出工程 140 が圧電素子 300 に入力されることで、液体噴射ヘッド 118 から液滴が吐出される。

【0056】

ここで、本実施形態の液体噴射ヘッド 118 は、いわゆる「引き打ち」方式のものであり、駆動波形の吐出工程 140 は、中間電位 V_M を維持した状態から駆動開始電位 V_0 まで降下させて圧力発生室 12 を膨張させる第 1 の膨張工程 141 と、駆動開始電位 V_0 を一定時間維持する第 1 のホールド工程 142 と、駆動開始電位 V_0 から最大電位 V_3 まで上昇させて圧力発生室 12 を収縮させることによって液滴を吐出させる収縮工程 143 と、最大電位 V_3 を一定時間維持する第 2 のホールド工程 144 と、最大電位 V_3 から中間電位 V_M まで降下させる第 2 の膨張工程 145 とで構成されている。

【0057】

この駆動開始電位 V_0 は、図 7 (a) に示す圧電素子 300 の容量が最大となる電位 V_1 と、この電位 V_1 と同極性で且つ圧電素子 300 の容量の変曲点となる電位 V_2 との間の電圧である。本実施形態では、圧電素子 300 を構成する圧電体層 70 として、例えば、膜厚が $0.5 \mu\text{m}$ である PMN-PT を用いたので、圧電素子 300 が最大容量となる電位 V_1 が 1.0 V 、電位 V_1 と同極性で且つ圧電素子 300 の容量の変曲点となる電位 V_2 が 5.0 V となるため、駆動開始電位 V_0 を 1.0 V よりも大きく且つ 5.0 V よりも小さな電位とすればよい。

【0058】

また、最大電位 V_3 は、圧電素子 300 に駆動開始電位 V_0 から最大電位 V_3 まで電圧を印加することによって、圧電体層 70 に電界強度が $100 \sim 500 \text{ kV/cm}$ の駆動電界を発生させる電位となっている。この、圧電体層 70 に発生させる $100 \sim 500 \text{ kV/cm}$ の電界強度とは、駆動電圧 / (圧電体層 70 の膜厚) となる。本実施形態では、圧電体層 70 として、PMN-PT からなるリラクサ強誘電体を膜厚が $0.5 \mu\text{m}$ で形成したため、電界強度が $100 \sim 500 \text{ kV}$ となる駆動電圧は $5.0 \sim 25 \text{ V}$ であり、このような駆動電圧となる最大電位 V_3 を駆動開始電位 V_0 の値から適宜設定すればよい。

【0059】

また、圧電体層 70 として用いられるリラクサ強誘電体は、PZT などの圧電体に比べて電界誘起歪みが 1.2% 程度と大きい分、誘電率が非常に大きく、通

常の駆動では駆動電荷量が大きくなってしまう。この駆動電荷量は図 7 (a) に示す C-V 曲線の積分で表され、例えば、駆動開始電位を電位零から電位 V_1 の間の電位 V_4 とし、この電位 V_4 から最大電位 V_3 までの電圧を印加して圧電素子 300 を駆動すると、領域 200 に示すように駆動電荷量が大きくなる。このことから、駆動開始電位 V_0 を電位 V_1 から電位 V_2 までの間とすることで、領域 201 に示すように駆動電荷量を著しく大きくすることなく圧電素子 300 に比較的大きな変形を行わせることができる。これにより、圧電素子 300 を低電圧で消費電流を低減させた駆動を行わせることができ、回路に与える負荷を低減して、液体噴射ヘッド 118 を、例えば、600 dpi の高密度化及び多ノズル化しても、また、圧電素子 300 を同時に駆動しても駆動 IC 及び配線を破壊することがない。

【0060】

また、この駆動波形の吐出工程 140 では、第 2 の膨張工程 145 において、最大電位 V_3 から中間電位 VM まで電位を下げることにより、圧電素子 300 の変位を戻すようにしているが、実際には、圧電素子 300 の歪みは十分に緩和されず、圧電素子 300 の変位が維持されてしまう。このため、駆動波形の吐出工程 140 の複数回毎に駆動波形の緩和工程 150 及び初期化工程 160 の駆動波形を圧電素子 300 に入力することにより、圧電素子 300 の歪みを緩和させるようになっている。

【0061】

ここで、駆動波形の緩和工程 150 は、電位を中間電位 VM から、初期駆動電位 V_0 よりも小さく且つ同極性の電位 V_4 まで下降させる下降工程 151 と、電位 V_4 を一定時間維持するホールド工程 152 と、電位 V_4 から中間電位 VM まで上昇させる上昇工程 153 とで構成されている。そして、このような緩和工程 150 によって、圧電素子 300 の吐出工程 140 に伴う歪みを緩和させることができるので、次の吐出工程 140 でも、圧電素子 300 を初回と同じ歪みで駆動し、安定した液滴の吐出を行わせることができる。

【0062】

また、駆動波形の初期化工程 160 は、電位を中間電位 VM から、 $-V_3$ とな

る電位 V_5 まで下降させる下降工程 161 と、電位 V_5 を一定時間維持するホールド工程 162 と、電位 V_5 から中間電位 V_M まで上昇させる上昇工程 163 とで構成されている。そして、このような初期化工程 160 によって、緩和工程 150 では緩和できない圧電素子 300 の歪みを初期化して、次の吐出工程 140 でも、圧電素子 300 を初回と同じ歪みで駆動し、安定した液滴の吐出を行わせることができる。

【0063】

なお、本実施形態の圧電素子 300 を構成する圧電体層 70 は、リラクサ強誘電体からなり、PZT 等の圧電体に比べて歪みの履歴（ヒステリシス）が微小であるという特徴がある。このため、このような緩和工程 150 及び初期化工程 160 は、吐出工程 140 と吐出工程 140 との間に必ず入力する必要はなく、吐出工程 140 が複数回行われた後に圧電素子 300 に入力されればよい。また、緩和工程 150 又は初期化工程 160 は、それぞれを複数回毎の吐出工程 140 の間に入力するようにしてもよく、両方を複数回毎の吐出工程 140 の間に入力するようにしてもよい。

【0064】

また、緩和工程 150 及び初期化部 160 の上昇工程 153、163 の傾きは、特に限定されないが、ノズル開口 21 に形成された液体のメニスカスの振動に影響を与えない程度に比較的小さくするのが好ましい。これは、本実施形態の液体噴射ヘッド 118 では、上昇工程 153、163 によって圧電素子 300 が駆動されると圧力発生室 12 が収縮されてメニスカスには液滴が吐出される方向の振動が発生するため、上昇工程 153、163 の傾きを大きくすると液滴が誤吐出される虞があるためである。また、上昇工程 153、163 の傾きをあまり小さくすると、インク滴の吐出間隔を長くとらなければならないため高速駆動ができなくなるため、上昇工程 153、163 の傾きは、メニスカスの振動に影響を与えない程度にできるだけ大きくすることが望ましい。

【0065】

（他の実施形態）

以上、本発明の実施形態 1 を説明したが、本発明の構成は上述したものに限定

されるものではない。上述した実施形態1では、圧電素子300のC-V曲線として、電位 V_1 及び電位 V_2 が正極性のものを用いた駆動波形を例示したが、特にこれに限定されず、圧電素子300のC-V曲線の電位 V_1 及び電位 V_2 が負極性のものを用いてもよい。この電位 V_1 及び電位 V_2 が負極性の場合は、電位 V_3 が圧電素子300の圧電体層70に所定の電界強度を発生させる最小の電位となる。

【0066】

また、上述した実施形態1では、圧電素子300のC-V曲線で表されるC-V特性により、駆動開始電位 V_0 を規定する電位 V_1 及び電位 V_2 を求めるようしたが、特にこれに限定されず、駆動開始電位 V_0 を規定する電位 V_1 及び電位 V_2 をC-V曲線と同等の曲線となる誘電率-電位特性(ϵ -V特性)から求めるようにしても同等の値を得ることができる。さらに、上述した実施形態1では、成膜及びリソグラフィプロセスを応用して製造される薄膜型の液体噴射ヘッドを例にしたが、勿論これに限定されるものではなく、例えば、グリーンシートを貼付する等の方法により形成される厚膜型の液体噴射ヘッドにも本発明を採用することができる。

【0067】

さらに、本発明は、広く液体噴射ヘッドの全般を対象としたものであり、例えば、プリンタ等の画像記録装置に用いられる各種のインクジェット式記録ヘッド等の記録ヘッド、液晶ディスプレイ等のカラーフィルタの製造に用いられる色材噴射ヘッド、有機ELディスプレイ、FED(面発光ディスプレイ)等の電極形成に用いられる電極材料噴射ヘッド、バイオチップ製造に用いられる生体有機物噴射ヘッド等にも適用することができる。勿論、このような液体噴射ヘッドを搭載した液体噴射装置も特に限定されるものではない。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 実施形態1に係る液体噴射装置の概略図である。
- 【図2】 実施形態1に係る液体噴射ヘッドの分解斜視図である。
- 【図3】 実施形態1に係る液体噴射ヘッドの平面図及び断面図である。
- 【図4】 実施形態1に係る液体噴射装置の制御構成を示す図である。

【図 5】 実施形態 1 に係る液体噴射ヘッドの電氣的構成を示す図である。

【図 6】 実施形態 1 に係る駆動パルスの印加手順を示す図である。

【図 7】 実施形態 1 に係る圧電素子の特性及び駆動波形を示す図である。

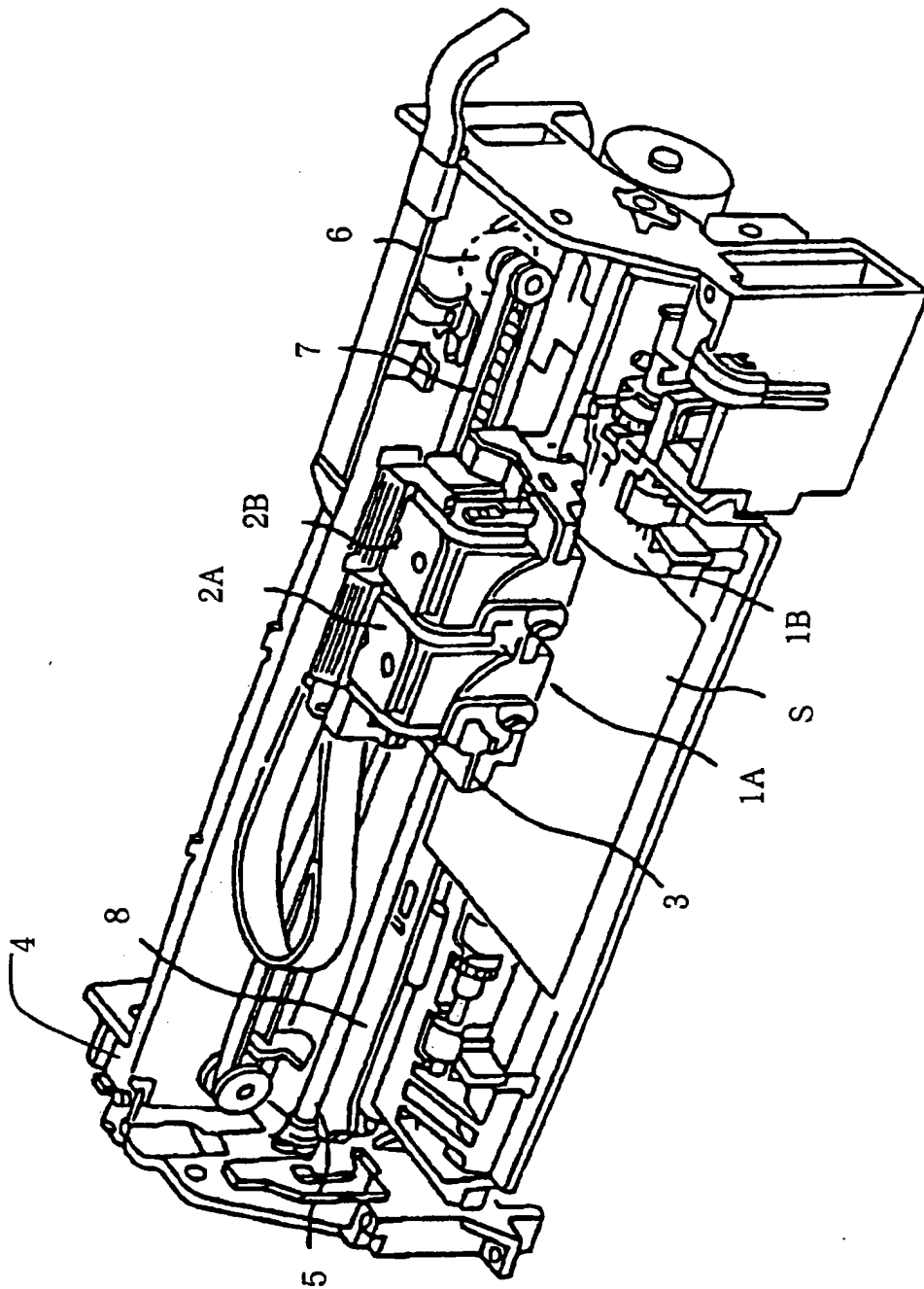
【符号の説明】

1 0 流路形成基板、1 2 圧力発生室、2 0 ノズルプレート、2 1 ノズル開口、3 0 封止基板、5 0 弾性膜、6 0 下電極膜、7 0 圧電体層、8 0 上電極膜、1 0 0 リザーバ、1 1 1 プリントコントローラ、1 1 2 プリントエンジン、1 1 8 液体噴射ヘッド、3 0 0 圧電素子

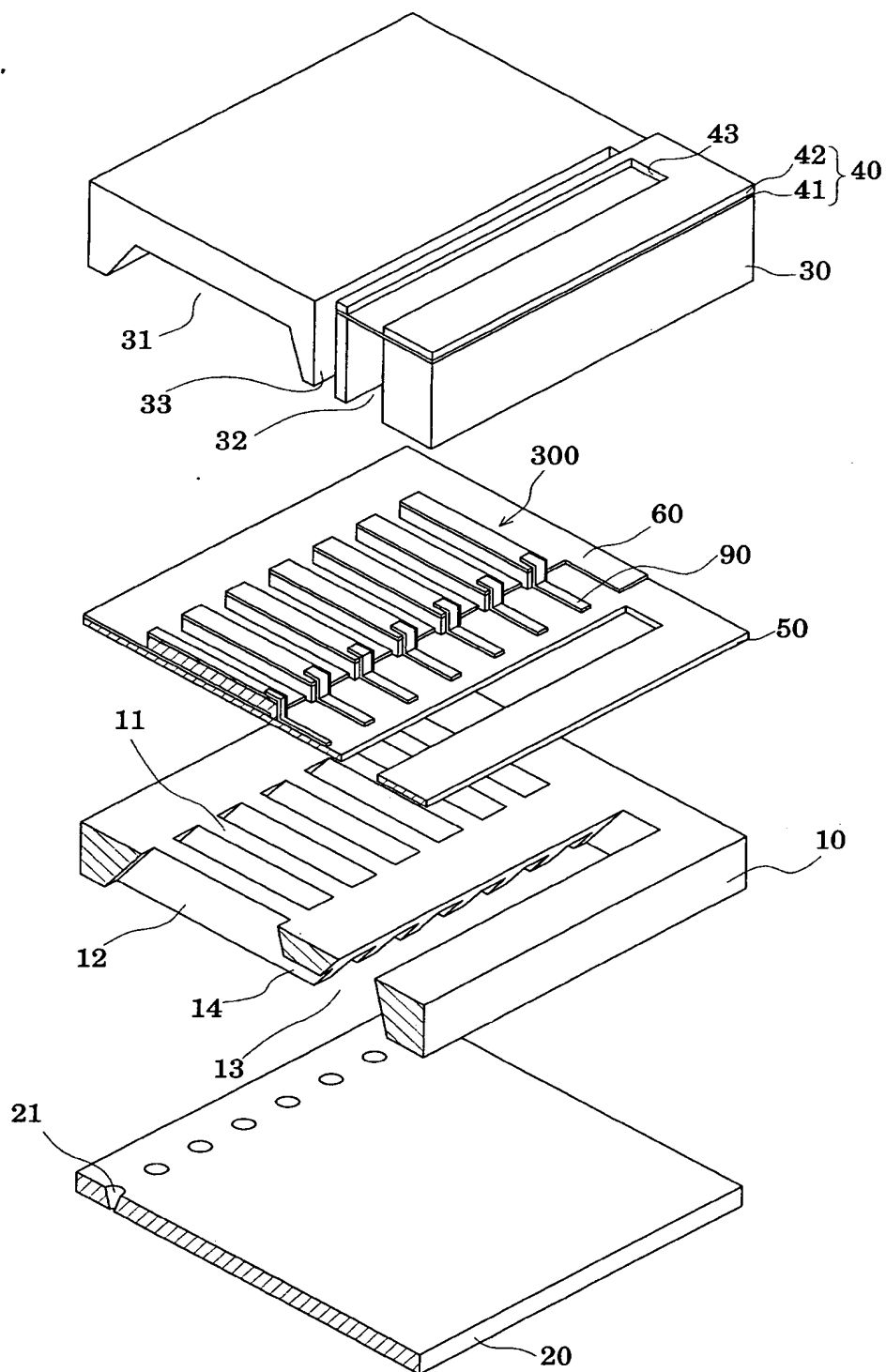
【書類名】

図面

【図 1】

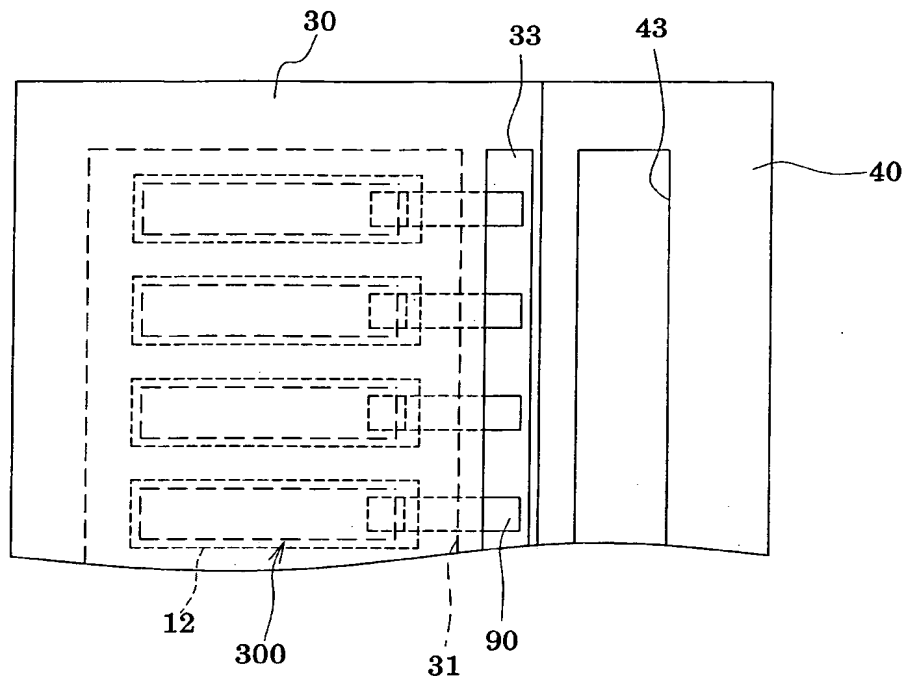


【図 2】

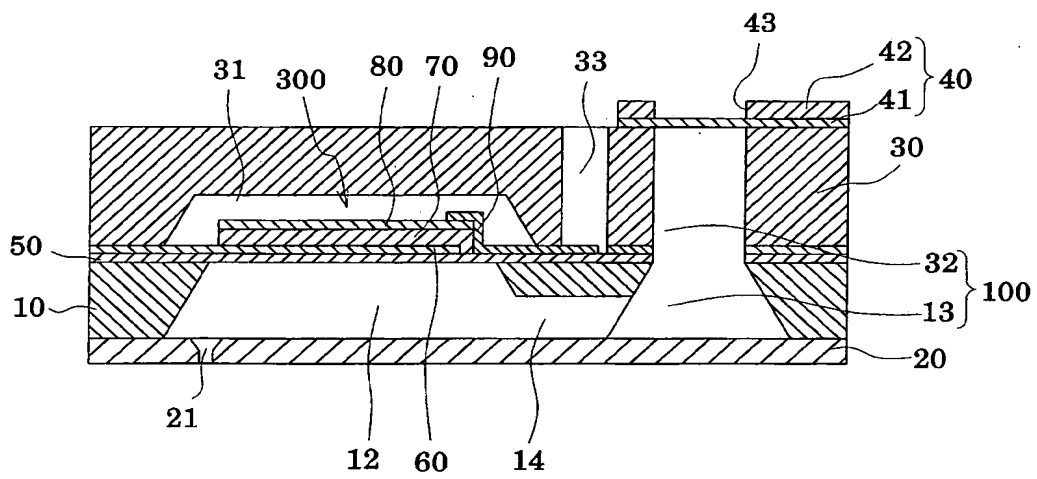


【図 3】

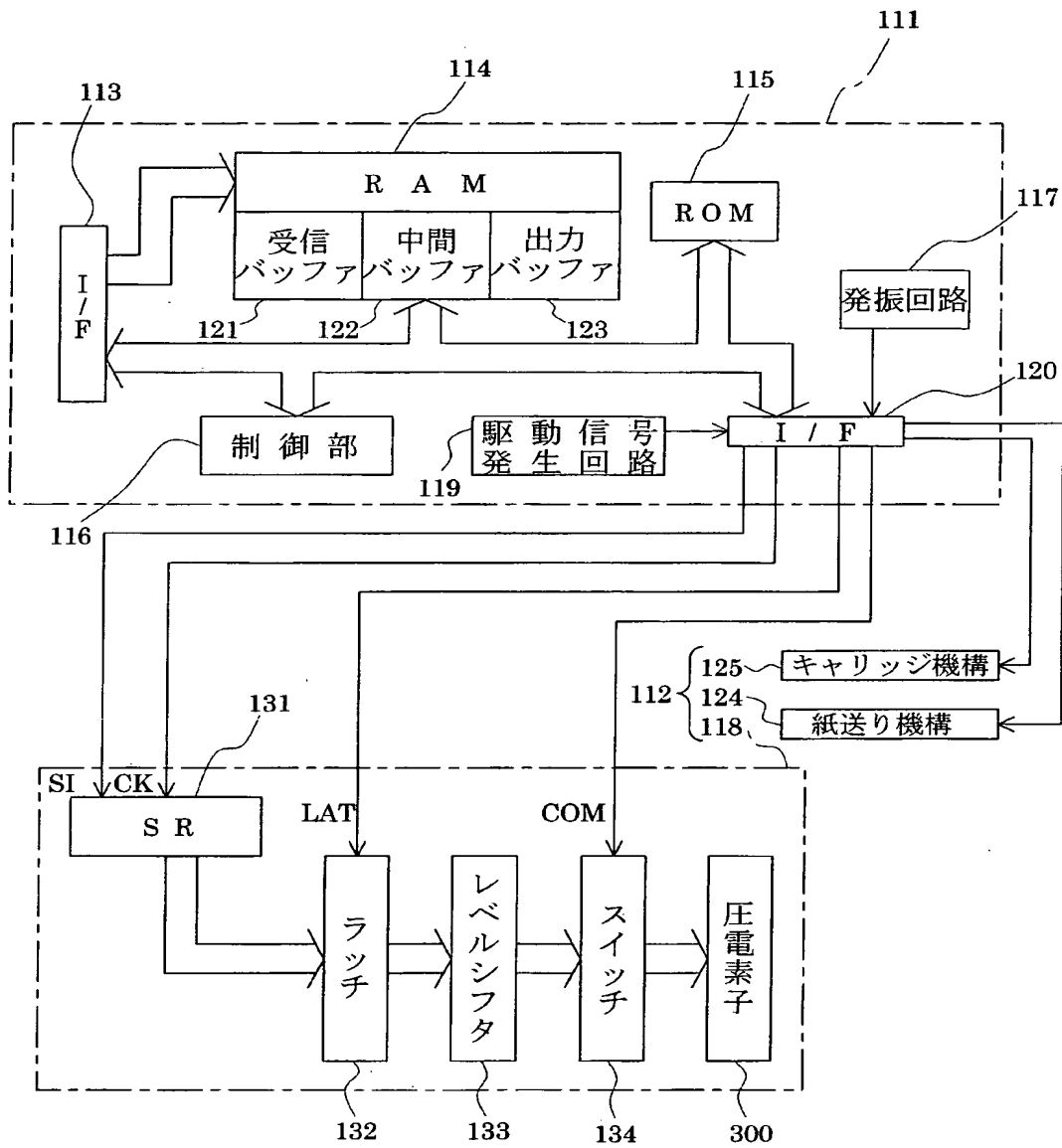
(a)



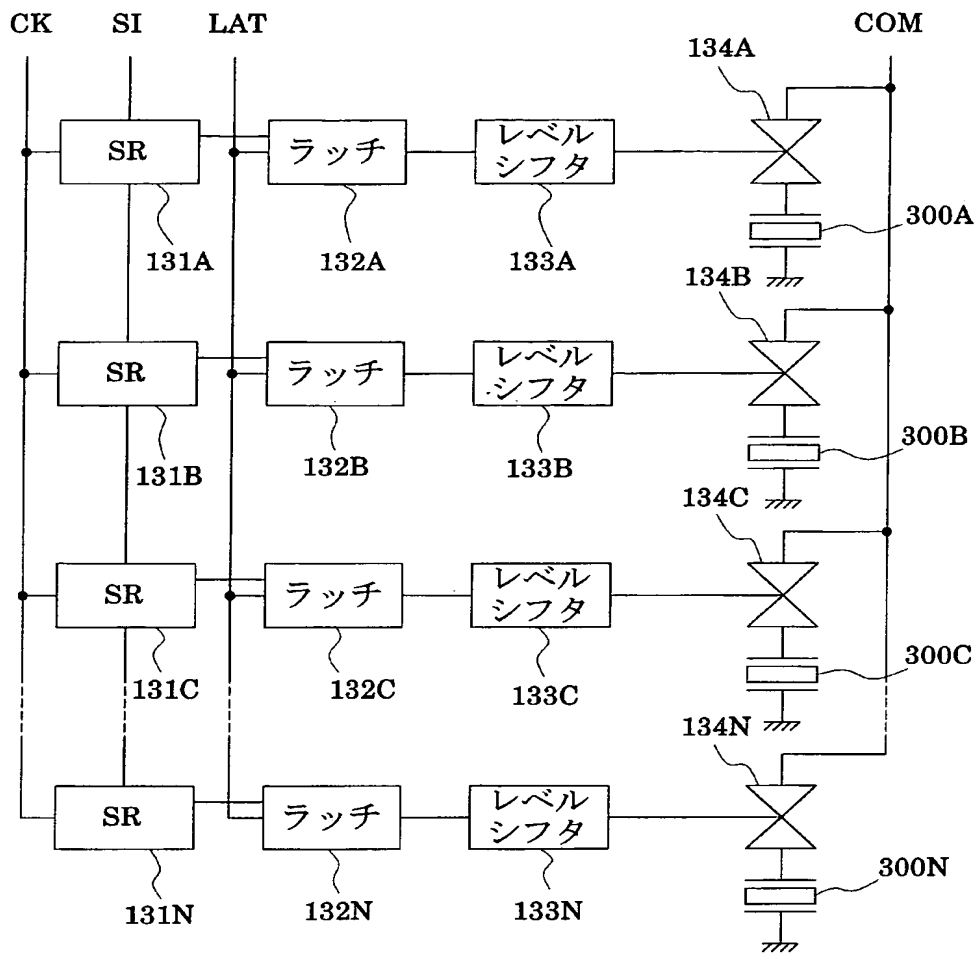
(b)



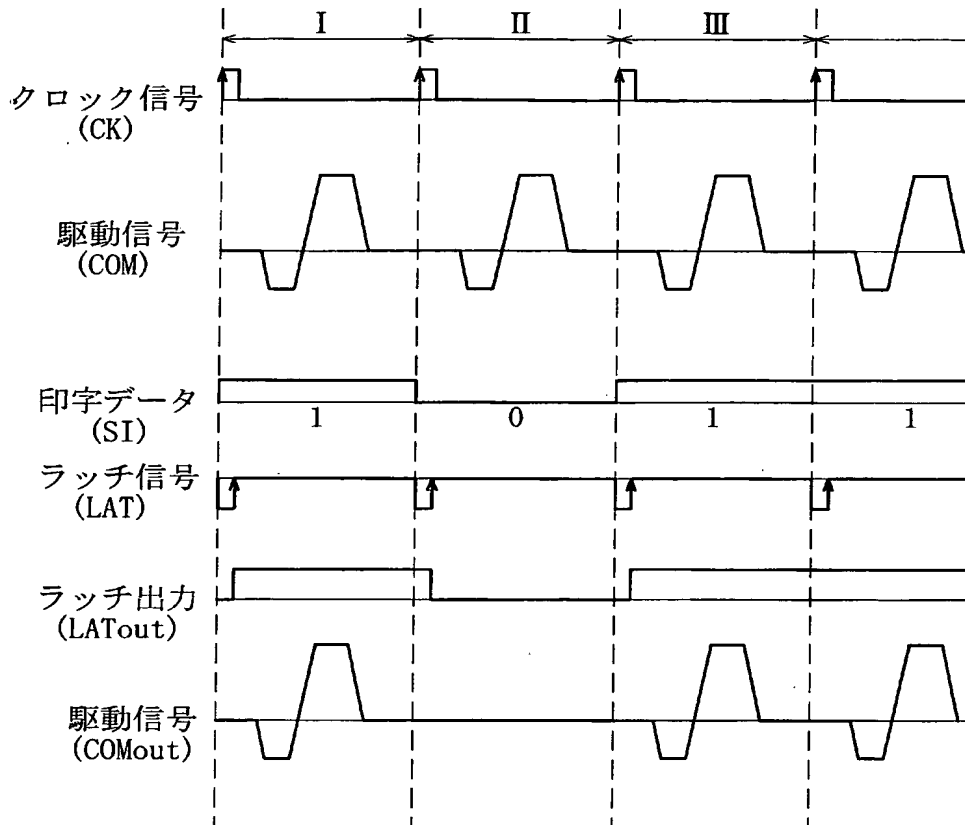
【図 4】



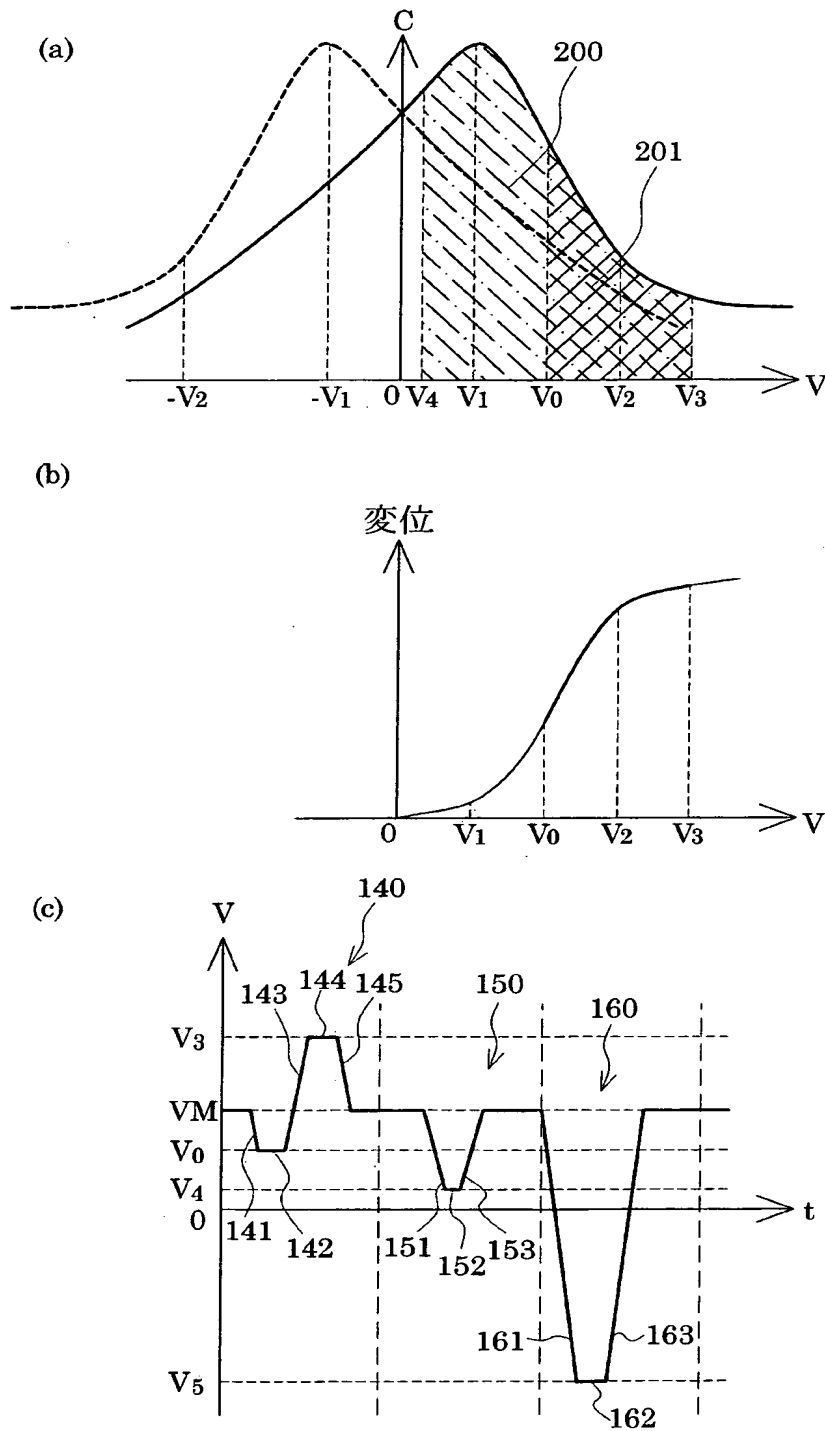
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高密度化及び多ノズル化を行うことができると共に、低電圧で消費電流を低減した液体噴射ヘッドの駆動方法及び液体噴射装置を提供する。

【解決手段】 ノズル開口に連通する圧力発生室が形成される流路形成基板と、該流路形成基板の一方面側に振動板を介して設けられる下電極、圧電体層及び上電極からなる圧電素子とを具備する液体噴射ヘッドの駆動方法において、前記圧電体層がリラクサ強誘電体からなり、当該圧電素子の容量－電位曲線で、当該圧電素子の容量が最大となる電位 V_1 と、この電位 V_1 の絶対値より大きな絶対値となり且つ前記容量－電位曲線の変曲点となる電位 V_2 との間の電圧を駆動開始電位 V_0 とすると共に、該駆動開始電位 V_0 から前記圧電体層に電界強度が $100 \sim 500 \text{ kV/cm}$ の駆動電界を発生させる電位 V_3 まで変化させることで前記圧力発生室を収縮させて前記ノズル開口から液滴を吐出させる吐出工程を有する駆動波形を用いて前記圧電素子を駆動する。

【選択図】 図 7

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-017160
受付番号	50300121555
書類名	特許願
担当官	第二担当上席 0091
作成日	平成15年 1月28日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成15年 1月27日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 1 7 1 6 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社